


MICROWAVE MELTING APPARATUS

Patent Number: JP9112873
Publication date: 1997-05-02
Inventor(s): TSUKAMOTO TADANORI; NARUKAWA TAKEFUMI; TANAKA NOBUO; SATO FUMITAKE; HENMI KAZUHISA; ASANO HIROYUKI; NAITO IZURU
Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP
Requested Patent:  JP9112873
Application Number: JP19950262851 19951011
Priority Number (s):
IPC Classification: F23J1/00; F23G5/00; F23G5/00; G21F9/30; G21F9/30; H05B6/64
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a microwave melting apparatus which makes it possible to induction heat material to be melted by a microwave having high power density and to have high heating efficiency by focusing large power microwave generated from a gyrotron and emitting it to the material to be melted.

SOLUTION: The microwave melting apparatus comprises a microwave generator 5 for generating microwave by using a gyrotron, a waveguide 6 for transmitting the microwave generated by the generator, an emitting unit 1 provided at the end of the waveguide to emit the transmitted microwave, a reflecting mirror antenna 15 for focusing the microwave emitted from the irradiation unit to emit it to a material 4 to be melted, and a melting furnace 8 for confining the microwave to heat and melt the material to be melted.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-112873

(43) 公開日 平成9年(1997)5月2日

| (51) Int.Cl. ⁸ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|-------|--------|--------------|---------|
| F 2 3 J 1/00 | | | F 2 3 J 1/00 | B |
| F 2 3 G 5/00 | Z A B | | F 2 3 G 5/00 | Z A B |
| | 1 1 5 | | | 1 1 5 B |
| G 2 1 F 9/30 | Z A B | | G 2 1 F 9/30 | Z A B |
| | 5 5 1 | | | 5 5 1 B |

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-262851

(22) 出願日 平成7年(1995)10月11日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 塚本 忠則

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 成川 武文

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 田中 伸雄

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 田澤 博昭 (外2名)

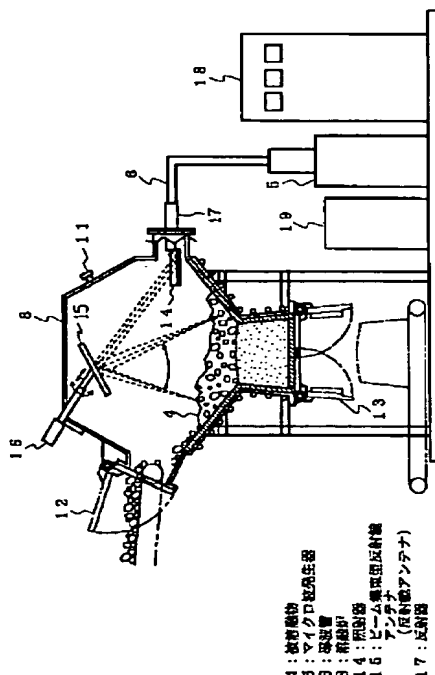
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロ波溶融装置

(57) 【要約】

【課題】 加熱効率が悪く、炉設計に際して種々の制約があり、被溶融物の状態変化に応じてインピーダンスを調整する必要がある。

【解決手段】 ジャイロトロンを用いてマイクロ波を発生するマイクロ波発生器5、このマイクロ波発生器で発生したマイクロ波を伝送する導波管6、導波管の端部に設けられて伝送されたマイクロ波を照射する照射器14、この照射器に対向して設けられ、照射器から照射されたマイクロ波を集束させて被溶融物4に照射する反射鏡アンテナ15、およびマイクロ波を閉じ込めて被溶融物を加熱、溶融するための溶融炉8を備えたもの。



1: 被溶融物
2: マイクロ波発生器
3: 導波管
4: 被溶融物
5: 反射鏡
6: 反射鏡
7: 反射鏡
8: 反射鏡
9: 反射鏡
10: 反射鏡
11: 反射鏡
12: 反射鏡
13: 反射鏡
14: 照射器
15: 反射鏡アンテナ
16: 反射鏡
17: 反射鏡
18: 制御部

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ジャイロトロンを用いてマイクロ波を発生させるマイクロ波発生器と、このマイクロ波発生器に接続され、前記マイクロ波発生器で発生したマイクロ波を伝送する導波管と、この導波管の端部に設けられ、前記マイクロ波発生器から前記導波管を介して伝送された前記マイクロ波を照射する照射器と、この照射器に対向して設けられ、前記照射器から照射されたマイクロ波を集束させて被溶解物に照射する反射鏡アンテナと、前記マイクロ波を閉じ込めて前記被溶解物を加熱、溶解するための溶解炉とを備えたマイクロ波溶解装置。

【請求項2】 反射鏡アンテナが、当該反射鏡アンテナによってビーム状に集束されたマイクロ波の焦点の位置を、2次元もしくは3次元的に移動可能なビーム集束型反射鏡アンテナであることを特徴とする請求項1記載のマイクロ波溶解装置。

【請求項3】 被溶解物に照射されたマイクロ波の、当該被溶解物の状態変化に伴うインピーダンスの不整合によって発生する反射波を、溶解炉側に戻すための反射器を設けたことを特徴とする請求項1記載のマイクロ波溶解装置。

【請求項4】 反射鏡アンテナが、ブロードなビームを、被溶解物に広範囲に照射することを特徴とする請求項1記載のマイクロ波溶解装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ジャイロトロン

で発生した大電力のマイクロ波を、放射能汚染されたコンクリート片、ごみ焼却炉から出てくる焼却灰などの被溶解物に照射することにより、その被溶解物を加熱、溶解するマイクロ波溶解装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】西暦2010年以降において、現在稼働中の原子力発電所施設の中にその寿命を迎えるものが多く出てくる。また、原子力発電所の立地難は今後とも解消される見通しがなく、増加の一途にある電力需要を満たすためには原子力発電所を同一場所に再建設できることが望ましい。そのためには、必ず原子力発電所施設の解体に伴い、その解体の際の放射線被曝を可能な限り減少するために、事前に放射性物質を撤去することが必須条件となる。

【0003】一般に、原子力発電所施設(110万kW e級)の廃炉措置において、発生するコンクリート廃棄物量の占める割合は、以下の表1に示すように、いずれの試算においても91.7%~93.2%と90%を越えているが、このコンクリート廃棄物の中で多量の放射能を含む放射性廃棄物となる部分の割合は、いずれの試算においても0.21%~0.65%と1%にも満たないものである。その他の非放射性コンクリート廃棄物はフラッシング後再利用するが、放射性コンクリート廃棄物は減容、固化した後に深地層処分の方針がとられている。

【0004】

【表1】

原子力施設(110万kW e級)の廃止措置により発生する廃棄物量 [単位: t]

| | | | 電力関係者 試算値 [1] | | N R C 試算値 [2] | |
|---------------|--------------|--------|------------------|----------|------------------|--------|
| | | | BWR | PWR | BWR | PWR |
| 放射 性 | 金 属 | 放 射 化 | } 5,940 | } 11,000 | 321 | 503 |
| | | 汚 染 | | | 10,643 | 3,926 |
| | コンクリート | 放 射 化 | } 1,080 | } 1,000 | 206 | 885 |
| | | 汚 染 | | | 2,317 | 13,523 |
| | | 小計 (3) | | | 1,080 | 1,000 |
| | 解体付随廃棄物 | | | | | |
| | 小 計 | | 7,020 | 12,000 | 13,487 | 18,937 |
| 非放射 性 | 金 属 | | 30,780 | 30,500 | 21,644 | |
| | コ ン ク リ ー ト | | 502,200 | 457,500 | 382,759 | |
| | 小 計 | | 532,980 | 488,000 | 404,403 | |
| | コンクリート合計 (2) | | 503,280 | 458,500 | 385,292 | |
| 合 計 (1) | | | 540,000 | 500,000 | 417,890 | |
| (2) / (1) | | | 93.2 (%) | 91.7 (%) | 92.1 (%) | |
| (3) / (2) | | | 0.21 (%) | 0.21 (%) | 0.65 (%) | |

〔1〕原子力工業31(No.11)28

〔2〕BWR:NUREG/CR-0672:1980 仮区分境界値
PWR:NUREG/CR-0130:1978 3.7Bq/g

出典:原子力施設デコミショニング研究協会
第6回報告と講演の会、H6-11-7

【0005】一方、産業廃棄物は産業構造の変化、経済

活動の発展に伴って増大する傾向にある。近年の地球環

境問題に対する認識の高まりにより、再資源化率は向上の兆しを見せているが、依然として焼却処理、直接投棄が廃棄物処分の主流を占めている。これまでわが国の廃棄物処理は、焼却により減容化し、安定化した後に埋立処分する方針がとられてきた。また、一般廃棄物は処分量の逼迫に対応するための新たな処分場の確保が難しく、その延命策として更なる減容化と無害化が課題となっている。

【0006】ここで、コンクリートおよび焼却灰などの主成分は二酸化珪素(SiO_2)であり、その融点は 1414°C である。一般に融点の高い物体($1000\sim 2500^\circ\text{C}$)の熔融には電気炉が用いられている。ここで、コンクリート片や焼却灰などの熔融には、直接抵抗加熱または誘導加熱による炉は適さないので、輻射による間接抵抗加熱(抵抗炉)が多く用いられている。この場合、抵抗炉の使用温度は発熱体(ニクロム線、鉄クロム線、モリブデン線、タングステン線等)の許容温度上昇から決まる。

【0007】このような抵抗炉の構成を図2に示す。図において、1は構造物、2は耐火材料で構成された炉壁、3は発熱体、4はコンクリート片や焼却灰などの被熔融物である。

【0008】次に動作について説明する。この抵抗炉は図示のように、構造物1の中に耐火材料による炉壁2を構成し、その炉壁2に沿って発熱体3を配置している。この発熱体3が配置された炉壁2内の空間にコンクリート片や焼却灰などの被熔融物4を投入して発熱体3に通電すると発熱体3は熱を発生する。この発生熱が放射されて被熔融物4を外から加熱し熔融させる。このようにして熔融した被熔融物4は減容化され、その後固化されて処分される。

【0009】一方、図3は従来のマイクロ波熔融装置を示す概念図である。図において、4は被熔融物、5はマグネトロンによるマイクロ波発生器、6は導波管、7はアイソレータ、8は共振器タイプの熔融炉、9はマッチング・スタブ、10はスクリュウフィーダ、11は排気管であり、従来のマイクロ波熔融装置はこれらによって構成されている。

【0010】次に動作について説明する。なお、マイクロ波発生器5に用いられるマグネトロンとしては、例えばその発振周波数が 915MHz 、出力が 25kW のものが用いられる。マイクロ波発生器5にて発生したマイクロ波は、導波管6によってアイソレータ7、マッチング・スタブ9などを経由して熔融炉8に導かれる。一方、被熔融物4はスクリュウフィーダ10によって所定量ずつ熔融炉8内に投入される。ここで、熔融炉8は共振器タイプで、炉そのものが共振器の役割を果たしているものであり、電界強度の強いところに被熔融物4を置くことにより、それを熔融することができる。この被熔融物4の熔融時に発生する水蒸気や他のガス類は排気管

11より外部に排気される。

【0011】なお、アイソレータ7は反射波を吸収してマイクロ波発生器5を保護する役割を果たしている。また、被熔融物4の状態変化(固体→液体)に伴ってインピーダンスが大幅に変化(炉内電界分布も変化)するので、インピーダンス・マッチングをとるためにマッチング・スタブ9が設けられている。

【0012】なお、このような従来のマイクロ波熔融装置に関連のある技術が記載されている文献としては、例えば特公昭69-60880号公報などがある。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】放射能汚染されたコンクリート片やごみ焼却炉から出てくる焼却灰等の被熔融物を熔融する従来の熔融炉はそれぞれ以上のように構成されているので、以下に述べるような課題があった。

【0014】すなわち、抵抗炉では物量にも依存するが、発熱体3からの放射熱で被熔融物4をその表面より加熱するものであるため、被熔融物を融点まで温度を上昇させるのに長い時間がかかって加熱効率が悪く、特にコンクリート片や焼却灰のように熱伝達の悪い物質を加熱・熔融する場合には、さらに加熱効率が悪くなるという課題があった。

【0015】一方、従来のマイクロ波熔融装置では、マイクロ波が誘電体の内部に浸透して被熔融物4の内部を直接加熱する利点を有するが、共振器タイプであるため、炉の長さを $\lambda/2$ の整数倍(λ はマイクロ波の波長)にする必要があり、炉の設計に際して炉壁材料の選択や被熔融物の設置位置などに種々の制約が生じるばかりか、被熔融物4の状態変化に応じてインピーダンスを調整するためのマッチング・スタブ9が必要になるなどの課題があった。

【0016】この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、ジャイロトロンの発生する大電力マイクロ波を集束して被熔融物に照射することにより、電力密度の高いマイクロ波で被熔融物を誘電加熱することができる、加熱効率の高いマイクロ波熔融装置を得ることを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明に係るマイクロ波熔融装置は、ジャイロトロンを用いたマイクロ波発生器で大電力のマイクロ波を発生させ、そのマイクロ波を導波管で熔融炉内に伝送して、当該導波管の端部に設けられた照射器より照射し、照射されたマイクロ波をこの照射器に対向させて配置された反射鏡アンテナで集束させて熔融炉内の被熔融物に照射し、それを加熱して熔融させるものである。

【0018】請求項2記載の発明に係るマイクロ波熔融装置は、反射鏡アンテナとして、ビーム状に集束されたマイクロ波の焦点の位置を、2次元もしくは3次的に移動可能なビーム集束型反射鏡アンテナを用いたもので

ある。

【0019】請求項3記載の発明に係るマイクロ波溶融装置は、被溶融物の状態変化に伴うインピーダンス不整合によって生ずる反射波を溶融炉側に戻すための反射器を設けたものである。

【0020】請求項4記載の発明に係るマイクロ波溶融装置は、反射鏡アンテナとして、被溶融物にビーム状に集束されないビーム強度の弱いマイクロ波を照射するものをを用いたものである。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の一形態を説明する。

実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1によるマイクロ波溶融装置を示す概念図である。図において、4はコンクリート片や焼却灰などの、溶融されて減容・固化された後に処分される被溶融物である。5は被溶融物4を誘電加熱するためのマイクロ波を発生させるマイクロ波発生器であるが、ジャイロトロンを用いて大電力のマイクロ波を発生させている点で、図3に同一符号を付して示した従来のマイクロ波発生器とは異なっている。6はこのマイクロ波発生器5に接続され、マイクロ波発生器5の発生した大電力マイクロ波を伝送する導波管である。8はこの導波管5で伝送されてきたマイクロ波を閉じ込め、外部と断熱して被溶融物4を加熱し、溶融させるための溶融炉であるが、ここでは図3に示した従来のマイクロ波溶融装置とは異なり、共振器タイプではな

$$\theta = \sin^{-1}(k_{cn}/k)$$

$$k_{cn} = \alpha' \cdot 0n/a,$$

$$k = 2\pi/\lambda_0$$

ただし、 $\alpha' \cdot 0n: J' \cdot 0(\alpha) = 0$ の第n根

a : 導波管半径

λ_0 : 自由空間波長

【0024】17はビーム集束型反射鏡アンテナ15によってビーム状に集束されて被溶融物4に照射された大電力マイクロ波の、被溶融物4の状態変化に伴うインピーダンス不整合によって生ずる反射波を溶融炉8側に戻すための反射器である。18はマイクロ波発生器5に用いられているジャイロトロンを発振動作させるための電源を供給するジャイロトロン電源であり、19はマイクロ波の発振によって発熱したジャイロトロンを冷却するジャイロトロン冷却器である。なお、被溶融物4の投入口12、取出口13、アンテナ駆動装置16、ジャイロトロン電源18、ジャイロトロン冷却装置19などは、別の場所に設置されており、図示を省略した遠隔制御装置によって遠隔制御されている。

【0025】次に動作について説明する。このように構成されたマイクロ波溶融装置を用いて被溶融物4を溶融する場合には、まず、低レベルの放射性廃棄物（コンクリート片）またはごみ焼却灰などの被溶融物4をベルトコンベアで投入口12より溶融炉8内に投入する。次

く電界集束タイプの溶融炉が用いられている。11は被溶融物4の溶融時に溶融炉8内に発生する水蒸気や他のガス類を外部に排気する排気管であり、12は被溶融物4を溶融炉8内に投入するための投入口、13は被溶融物4が溶融し、ガラス状に固化して減容されたものを溶融炉8の外部に取り出すための取出口である。

【0022】また、14は導波管6の先端部に設けられ、マイクロ波発生器5から導波管6を介して伝送された大電力のマイクロ波を照射する照射器である。15はこの照射器14に対向して設置され、照射器14から照射された大電力マイクロ波をビーム状に鋭く集束させて被溶融物4に照射するビーム集束型反射鏡アンテナ（反射鏡アンテナ）であり、16はこのビーム集束型反射鏡アンテナ15を駆動して、集束されたマイクロ波ビームの焦点の位置を2次元もしくは3次元的に移動させるためのアンテナ駆動部である。なお、このビーム集束型反射鏡アンテナ15は、TE_{0n}モードを伝送する円形導波管と、この円形導波管の管軸を焦線とする放物筒鏡と、この放物筒鏡の対称面内で、円形導波管の開口より内側に向く管軸とのなす角 θ が次の式（1）で与えられる軸を鏡軸とする回転放物面鏡とを備えている。また、アンテナ駆動部16はこの回転放物面鏡をその鏡軸のまわりに回転させる機構と、回転放物面鏡をその鏡軸に沿って平行移動させる機構とを備えている。

【0023】

$$\dots\dots\dots (1)$$

に、ジャイロトロン電源18より電源を供給してマイクロ波発生器5のジャイロトロンを発振させ、発生した大電力のマイクロ波を導波管6にて溶融炉8内に導き、照射器14よりそれを対向配置されたビーム集束型反射鏡アンテナ15に照射する。次に、アンテナ駆動部16を作動させてそのビーム集束型反射鏡アンテナ15を制御し、当該ビーム集束型反射鏡アンテナ15を回転および平行移動させる。これによって、大電力マイクロ波を溶融炉8内の所定の範囲にビーム状に鋭く集束させて照射し、さらにはその集束したマイクロ波のビームを走査させることにより、溶融炉8内に投入された被溶融物4をその誘電損にて内部より発熱させて溶融させる。この被溶融物4の溶融時には水蒸気やその他のガス類が発生するので、それらを排気管11に接続された排気装置（図示省略）で処理する。溶融炉8内のコンクリート片や焼却灰などが溶融して一定時間経過した後、ガラス状に固化した固化物を取出口13より溶融炉8の外に取り出して処分する。なお、これにより被溶融物4は、ガラス状に固化すること、および水分やガス成分が気化することなどによってその容積は約1/7程度に減少する。

【0026】次に、マイクロ波の発生源として、従来の

マグネトロンとこの発明のジャイロトロンを用いた場合の、単位体積あたりの発生熱量について比較説明する。ここで、マイクロ波を誘電体であるコンクリートや焼却灰などの被照射体4に照射した場合、その誘電体内部に

$$P = 5/9 \times \epsilon_r \times \tan \delta \times f \times E^2 \times 10^{-10} \quad (\text{W/m}^3)$$

ここで、 ϵ_r : 物質の比誘電率

$\tan \delta$: 物質の誘電正接

f : マイクロ波の周波数 (Hz)

E : 電界強度 (V/m)

【0028】上記式(2)より、マイクロ波の周波数、物質の比誘電率および誘電正接、電界強度等の値が大きいほど、単位体積あたりの発生熱量Pが大きくなることがわかる。

【0029】これをマイクロ波の発生源として、先に説明した915MHz、25kWのマグネトロンと、28GHz、10kWのジャイロトロンを使用する場合について比較すると以下ようになる。ここで、コンクリートの比誘電率 ϵ_r と誘電正接 $\tan \delta$ は3~30GHzではほぼ一定(なお、典型的な値として $\epsilon_r = 4$ 、 $\tan \delta = 0.05$ 程度。ただし、 $\tan \delta$ は温度上昇により急激に増大するとの報告もある)である。また、導波管6内で放電が発生せず、マイクロ波を溶融炉8まで伝送できる電界強度については、キルパトリック(kilpatrick)放電限界で考えれば、915MHzでの上限値は275kV/mであり、28GHzでの上限値は1350kV/mとなる。

【0030】今、比誘電率 ϵ_r と誘電正接 $\tan \delta$ が一定として、915MHzと28GHzにおける発生熱量P1、P2を比較検討するに、上記(2)式からこれら両発生熱量の比P2/P1は、

$$\begin{aligned} P2/P1 &= (f2/f1) \times (E2/E1)^2 \\ &= (28/0.915) \times (1350/275)^2 \\ &= 737 \end{aligned}$$

となる。実際には、前述のように誘電正接 $\tan \delta$ が温度上昇とともに急激に増大するので、そのような場合、この発熱量の比はさらに大きくなることが想定される。

【0031】したがって、マイクロ波発生器5として、発振周波数が28GHzのジャイロトロンを使用する場合は、発振周波数が915MHzのマグネトロンを使用する場合に比べて、単位体積あたりの発生熱量は737倍以上になる。また、マイクロ波加熱は、電気炉などのような外部からの加熱ではなく、被溶融物4の内部からの加熱であるため、均一加熱、急速加熱ができる特性を有しており、加熱効率の高いマイクロ波溶融装置を提供することができる。

【0032】なお、この実施の形態1によるマイクロ波溶融装置では、溶融炉8に電界集束タイプの炉を用いているが、この溶融炉8においても被溶融物4の状態変化(固体→液体)に伴って、インピーダンス不整合が発生

おける単位体積あたりの発生熱量Pは次の式(2)で表される。

【0027】

$$\dots\dots\dots (2)$$

して反射波が増加することが考えられる。すなわち、マイクロ波を被溶融物4に照射すると、被溶融物4は内部から加熱されて、その温度が1000℃以上になると電気抵抗率が下がりはじめ、1400℃程度においては数Ωcmになる。一方、導波管5のインピーダンスは通常400Ω程度であり、このインピーダンス不整合によってマイクロ波の反射波が増大することが想定される。この実施の形態1における溶融炉8では、ジャイロトロンの動作を安定にするためには照射器14と導波管6との間に反射器17を配置している。この反射器17は被溶融物4の状態変化に伴うインピーダンス不整合によって発生した、TE_{0n}モード以外のモードの反射波を再度溶融炉8側へ戻して、それを被溶融物4の溶融のために活用できるようにしている。

【0033】このように、溶融炉8を電界集束タイプの炉としたため、共振器タイプの炉のようにマイクロ波の波長に依存する炉長や、被溶融物4の設置場所などに関する炉設計についての制約もなくなり、その上、被溶融物4から反射してくる反射波を反射器17によって溶融炉8側に戻すことにより、ジャイロトロンの発生した大電力マイクロ波のエネルギーを被溶融物4の溶融に有効に活用することが可能となる。

【0034】実施の形態2、なお、上記実施の形態1では、照射器14から照射されたマイクロ波をビーム集束型反射鏡アンテナ15でビーム状に鋭く集束させて被溶融物4に照射する場合について説明したが、発振器の出力が1桁大きくなった場合には集束度をゆるめたブロードなビームでも所定の電力密度を得ることができる。すなわち、マイクロ波発生器5に、例えば出力が100kWを越えるような大出力のジャイロトロンを使用した場合には、ビーム集束型反射鏡アンテナ15にてマイクロ波をビーム状に鋭く集束させずに、ブロードなビームを被溶融物4に照射し、この場合、被溶融物に対するビームの照射範囲が広いため実施の形態1の場合よりも溶融効率が良くなる。

【0035】

【発明の効果】以上のように、請求項1記載の発明によれば、大電力のマイクロ波をジャイロトロンを用いたマイクロ波発生器で発生させ、そのマイクロ波を導波管で溶融炉内に伝送してその端部に設けられた照射器より照射し、照射されたマイクロ波をこの照射器に対向させて配置された反射鏡アンテナで集束させて溶融炉内の被溶融物に照射するように構成したので、マイクロ波加熱(照射したマイクロ波が被溶融物の内部に浸透し、誘電

損失によって被熔融物に吸収されて熱に変換されることを利用した加熱)を行うことが可能となって、電気炉などのような外部からの加熱ではなく、被熔融物をその内部から加熱することができるため、被熔融物の均一加熱、急速加熱が可能となって、加熱効率の高いマイクロ波溶融装置が得られるばかりか、被熔融物の状態変化に応じてインピーダンスを調整する必要がなくなり、共振器タイプの溶融炉のように、マイクロ波の波長に依存する炉長や、被熔融物の設置場所などに関する炉設計についての制約もなくなる効果がある。

【0036】請求項2記載の発明によれば、反射鏡アンテナとして、ビーム状に集束されたマイクロ波の焦点を2次元もしくは3次元的に移動させることができるビーム集束型反射鏡アンテナを用いるように構成したので、溶融炉内のどこにでもビーム状に鋭く集束させたマイクロ波を照射することができ、さらにそのマイクロ波ビームを走査させることも可能となり、溶融炉内に投入された被熔融物を効率的に発熱させて溶融させることができる効果がある。

【0037】請求項3記載の発明によれば、反射器を設けて、被熔融物の状態変化に伴うインピーダンス不整合によって被熔融物から反射してくる反射波を溶融炉側に

戻すように構成したので、ジャイロトロンの保護もできかつジャイロトロンの発生した大電力マイクロ波のエネルギーを被熔融物の溶融に有効に活用することができる効果がある。

【0038】請求項4記載の発明によれば、反射鏡アンテナとして、被熔融物にブロードなビームを照射できるように構成したので、大出力のジャイロトロンを用いてマイクロ波を発生している場合、被熔融物に広範囲に照射できるので、より効率的に被熔融物を溶融することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1によるマイクロ波溶融装置を示す概念図である。

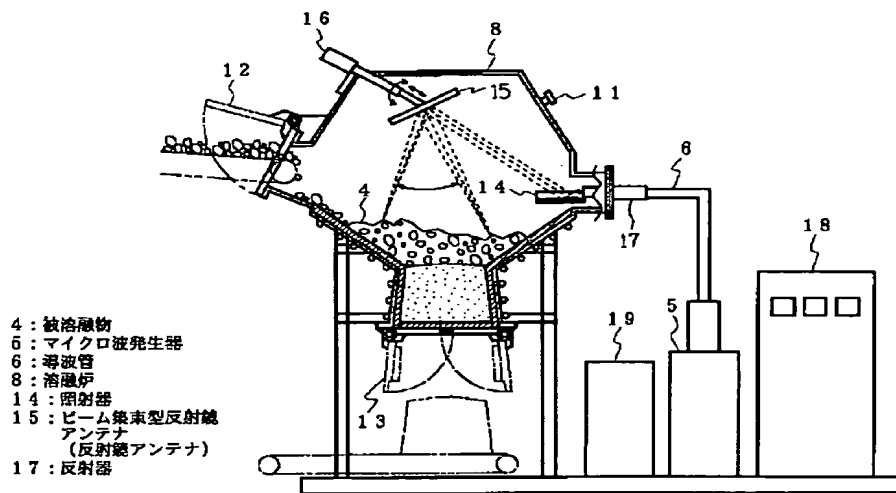
【図2】 従来の抵抗炉による溶融装置を示す概念図である。

【図3】 従来のマイクロ波溶融装置を示す概念図である。

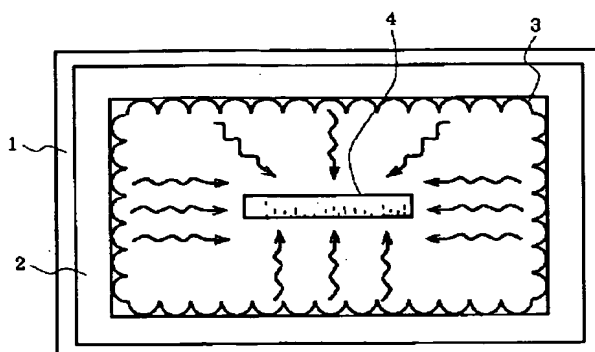
【符号の説明】

4 被熔融物、5 マイクロ波発生器、6 導波管、8 溶融炉、14 照射器、15 ビーム集束型反射鏡アンテナ(反射鏡アンテナ)、17 反射器。

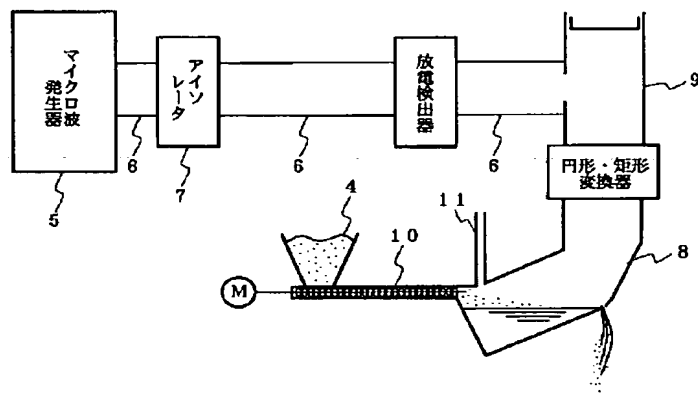
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶
H05B 6/64

識別記号 庁内整理番号

F I
H05B 6/64

技術表示箇所
H

(72)発明者 佐藤 文武
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内
(72)発明者 逸見 和久
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 浅野 啓行
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内
(72)発明者 内藤 出
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内